

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-184387

[ST.10/C]:

[JP2002-184387]

出 願 人

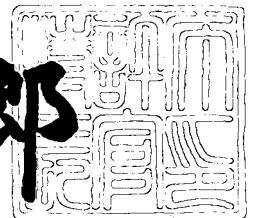
Applicant(s):

日本特殊陶業株式会社

2003年 4月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3027855

【書類名】 特許願

【整理番号】 AX0202617N

【提出日】 平成14年 6月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01T 21/02

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社内

【氏名】 藤田 茂雄

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社内

【氏名】 光松 伸一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000004547

【氏名又は名称】 日本特殊陶業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095751

【弁理士】

【氏名又は名称】 菅原 正倫

【電話番号】 052-212-1301

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003388

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9714967

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スパークプラグの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 中心電極と、基端側が主体金具の端面に接合されるとともに先端側が前記中心電極と対向するように配置され、前記中心電極との間に火花放電ギャップを形成する接地電極とを備えたスパークプラグを製造するために、

複数のスパークプラグワークの接地電極に対し、所定の方法に種々の調整量  $\mu$  にて前記調整曲げ加工を行い、前記接地電極に生ずる加工方向への変位量  $\lambda$  を実測することにより、前記調整量  $\mu$  を前記変位量  $\lambda$  の関数  $\mu = F(\lambda)$  (以下、調整量関数という) として求め、該調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  に基づいて、調整すべきスパークプラグワークの接地電極の、目標位置からの位置ずれ量  $\delta$  を解消するために必要な調整量  $\mu$  を見出すことを特徴とするスパークプラグの製造方法。

【請求項 2】 前記調整量  $\mu$  及び前記変位量  $\lambda$  のデータ ( $\mu, \lambda$ ) の組を、スパークプラグの生産時に新たに収集されるデータ ( $\mu, \lambda$ ) により更新し、その更新された ( $\mu, \lambda$ ) のデータ組に基づいて前記調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  を更新しつつ用いる請求項 1 記載のスパークプラグの製造方法。

【請求項 3】 現在の製造に係るスパークプラグワークへの前記調整量  $\mu$  を定める調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  を、当該スパークプラグワークに先立つ全ての、もしくは直近の所定数個のスパークプラグワークの前記 ( $\mu, \lambda$ ) のデータ組に基づいて求める請求項 2 記載のスパークプラグの製造方法。

【請求項 4】 前記調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  を、前記調整量  $\mu$  及び前記変位量  $\lambda$  のデータ ( $\mu, \lambda$ ) の組に最小二乗回帰を行うことにより、 $\lambda$  の一次関数として求める請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のスパークプラグの製造方法。

【請求項 5】 スパークプラグの生産に先立って、所定数  $n$  個のスパークプラグワークについて予め得られている前記調整量  $\mu$  及び前記変位量  $\lambda$  のデータ ( $\mu, \lambda$ ) の組を用いて、初期近似用関数  $\mu = F'(\lambda)$  を  $\lambda$  の  $n$  次関数として求め、スパークプラグの生産開始後、 $n$  番目までのスパークプラグワークについては、該初期近似用関数  $\mu = F'(\lambda)$  を用いて前記調整量  $\mu$  を求める一方、 $n +$

1 番目以降のスパークプラグワークについては、該スパークプラグワークに先立つ全ての、もしくは直近の所定数個のスパークプラグワークの前記 ( $\mu$ ,  $\lambda$ ) のデータ組に対し、最小二乗回帰を行うことにより得られる、 $\lambda$  の一次関数として前記調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  を求め、当該調整量関数を用いて前記調整量  $\mu$  を求める請求項 4 記載のスパークプラグの製造方法。

【請求項 6】 前記初期近似用関数  $\mu = F'(\lambda)$  を、 $n$  個の ( $\mu$ ,  $\lambda$ ) のデータ組を用いて  $\lambda$  の  $n$  次関数として求める請求項 5 記載のスパークプラグの製造方法。

【請求項 7】 関数決定試験用のスパークプラグワークを必要数用意し、予め定められた複数の調整量  $\mu$  を、それぞれ複数のスパークプラグワークに与えたときの各変位量  $\lambda$  を求め、それら ( $\mu$ ,  $\lambda$ ) の組に対して前記最小二乗回帰を行うことにより、前記初期近似用関数  $\mu = F'(\lambda)$  を  $\lambda$  の 1 次関数として求める請求項 5 記載のスパークプラグの製造方法。

【請求項 8】 前記最小二乗回帰により、前記変位量  $\lambda$  の前記調整量  $\mu$  への回帰直線  $\lambda = f(\mu)$  を求め、前記初期近似用関数  $\mu = F'(\lambda)$  を前記  $\lambda = f(\mu)$  の逆関数として求める請求項 7 記載のスパークプラグの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スパークプラグの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

内燃機関に使用されるスパークプラグにおいては、接地電極及び中心電極の位置決め精度が重要である。例えば、火花放電ギャップを挟んで対向する接地電極の中心軸線と、中心電極の中心軸線とが、接地電極の曲げ加工の不具合や、電極に固着された貴金属の位置ずれ等により偏心することがある。このような位置ずれが生ずると、例えば電極の偏った消耗による寿命低下や、発火ミスといったトラブルにつながる。また、火花放電ギャップが規定の値よりも大きすぎる場合は放電電圧が過度に上昇して点火不能となり、逆に小さすぎる場合には、ギャップ

の短絡等を生じやすくなる。

【 0 0 0 3 】

火花放電ギャップの偏心や間隔を調整する方法として、押圧パンチを備えた曲げ装置により、接地電極に調整曲げ加工を施す方法が知られている。例えば特開平 3 - 6 4 8 8 2 号公報には、CCD カメラ等によりギャップ間隔をモニタしながら、ギャップ間隔が目標値に達するまで押圧パンチにより接地電極への押圧を繰り返す方法が開示されている。この場合、ギャップ間隔の目標値は、押圧解除時に接地電極に生ずるスプリングバック（弾性復帰）を考慮に入れ、理想のギャップ間隔よりも一定量だけ小さく設定するようにしている。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

火花放電ギャップの偏心や間隔を調整するための調整曲げ加工は、電極の偏心量ないしギャップ間隔の目標値からのずれ量（以下、これらを総称して位置ずれ量という） $\delta$  を画像処理等により測定し、該位置ずれ量  $\delta$  が解消される向きに調整量  $\mu$  の加工を行う。しかし、この調整量  $\mu$  を位置ずれ量  $\delta$  と等しく定めたのでは、加工工具 3 2 による付勢を解除すると接地電極 5 4 がスプリングバックを起こし、位置ずれ量  $\delta$  を解消することができない。そこで、このスプリングバックを見込んで位置ずれ量  $\delta$  よりも大きな調整量  $\mu$  を与える必要が生ずる。換言すれば、調整量  $\mu$  からスプリングバック量  $S B$  を減じた値が、調整曲げ加工の結果として接地電極 5 4 に残留する変位量  $\lambda$  となって表れる。この変位量  $\lambda$  が位置ずれ量  $\delta$  と等しくなるように調整量  $\mu$  を設定するとき、位置ずれ量  $\delta$  を解消することができる。以上を式にまとめると、以下のようになる。

$$\mu = \lambda + S B \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$$\lambda = \delta \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

①及び②より、

$$\mu = \delta + S B \quad \cdots \cdots \textcircled{3}$$

【 0 0 0 5 】

金属は塑性変形量が大きくなると加工硬化を起こすため、調整量  $\mu$  が大きくなるほど、加工荷重付加時に生じている弾性変形量も高くなる。従って、接地電極

54 のスプリングバック量  $SB$  は、調整量  $\mu$  の値に応じて異なる値となる。これを  $SB(\mu)$  と表すと、③式は以下の通りとなる。

$$\mu = \delta + SB(\mu) \quad \cdots \cdots ④$$

もし、 $SB(\mu)$  を合理的に予測することができれば、加工の際に与えるべき調整量  $\mu$  は、その予測された  $SB(\mu)$  と、実測により求めた位置ずれ量  $\delta$  とによって見出すことができる。しかし、位置ずれ量解消のために接地電極に加える曲げ加工は、通常、単純な一軸引張り変形等では近似できないので、各種調整量  $\mu$  における  $SB(\mu)$  の値を、材料の応力歪曲線等から予測することが一般には困難である。

#### 【0006】

本発明の課題は、解消すべき接地電極の位置ずれ量がワークによって異なり、その調整のための曲げ加工時に見込まれるスプリングバック量に差が生じる場合においても、該位置ずれの解消を的確に行うことができるスパークプラグの製造方法を提供することにある。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段及び作用・効果】

上記の課題を解決するために、本発明のスパークプラグの製造方法は、

中心電極と、基端側が主体金具の端面に接合されるとともに先端側が中心電極と対向するように配置され、中心電極との間に火花放電ギャップを形成する接地電極とを備えたスパークプラグを製造するために、

複数のスパークプラグワークの接地電極に対し、所定の方向に種々の調整量  $\mu$  にて調整曲げ加工を行い、接地電極に生ずる加工方向への変位量  $\lambda$  を実測することにより、調整量  $\mu$  を変位量  $\lambda$  の関数  $\mu = F(\lambda)$  (以下、調整量関数という) として求め、該調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  に基づいて、調整すべきスパークプラグワークの接地電極の、目標位置からの位置ずれ量  $\delta$  を解消するために必要な調整量  $\mu$  を見出すことを特徴とする。

#### 【0008】

上記本発明の方法によると、スプリングバック量をはじめから組み込んだ形で、調整量  $\mu$  を、変位量  $\lambda$  のみの調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  として実験的に決定して

おくと、該調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  に基づいて、測定された位置ずれ量  $\delta$  に対応する調整量  $\mu$  を容易に見出すことができる。例えば、解消すべき接地電極の位置ずれ量がワークによって異なり、その調整のための曲げ加工時に見込まれるスプリングバック量に差が生じる場合においても、調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  の  $\lambda$  に、測定された位置ずれ量  $\delta$  を代入するだけで、スプリングバック量を考慮した調整量  $\mu$  を簡単に決定できる。そして、該調整量による曲げ加工を接地電極に施すことにより、上記位置ずれの解消を的確に行うことができる

【0009】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、図面を用いて説明する。

図1は、本発明のスパークプラグの製造方法を実施するための装置の、撮影系の一例を示す模式図である。スパークプラグワーク（以下、単にワークともいう）50は、中心電極53と、基端側が主体金具51の端面51aに接合されるとともに先端側が中心電極53と対向するように配置され、中心電極53との間に火花放電ギャップgを形成する接地電極54とを備えたものである。具体的には、ワーク50は、接地電極54の先端側が中心電極53側に曲げ返されるとともに、該接地電極54の先端部側周面が中心電極53の先端面に対向して火花放電ギャップgが形成されたものである。本実施形態においては、中心電極53の先端部が、Ni合金からなる電極本体の先端に溶接された貴金属チップ53a（以下、先端部53aと呼ぶこともある）とされている。

【0010】

撮影系22は、切換可能な第一の照明19及び第二の照明24を有する。第一の照明19は、第二の照明24よりも接地電極54の撮影対象部位（後述する先端面54a）の輪郭が明瞭化するようにワーク50を照らすものである。また、第二の照明24は、第一の照明19にて照射したときよりも、中心電極53の撮影対象部位（後述の先端部53aである）の輪郭が明瞭化するようにワーク50を照らすものである。ワーク50は、上記第一の照明19により照射されながら第一のカメラ3により第一の撮影がなされ、第一の画像が取得される。また、第二の照明24により照射されながら第一のカメラ3により第二の撮影がなされ、



第二の画像が取得される。なお、第一の撮影と第二の撮影とは、順序が逆転してもかまわない。また、第二のカメラ4は、後述する通り、ワーク50の軸線決定のための第三の画像を撮影するためのものである。

## 【0011】

第一の撮影工程により得られた第一の画像と、第二の撮影工程により得られた第二の画像とに基づいて、接地電極と中心電極との位置情報が解析・取得される。この位置情報の解析・取得は、解析装置あるいは制御装置として機能する図2のコンピュータ10が行う。

## 【0012】

図1に戻り、本実施形態においては、接地電極54の位置ずれ量として、ワーク50の接地電極54と中心電極53との偏心量が測定される。カメラ3から見て中心電極53が前方側、接地電極54の基端部が後方側となるように、当該中心電極53と接地電極54の基端部とが互いに重なって見える方向を正面方向として、カメラ3は、ワーク50の火花放電ギャップg及びその周辺部分を、上記正面方向から撮影する。図3に示すように、該アングルでは、中心電極53の火花放電ギャップgに臨む部位の画像が、接地電極54の画像の前方に重なって現れる。

## 【0013】

図1に戻り、第一の照明19は、接地電極54の先端面54aを正面方向から照らすものである。本実施形態において第一の照明19は、面発光型LEDあるいは多数のLEDを平面的に配列したLED照明とされ、画像ビームBの通る位置に貫通部（あるいは透光部）が設けられている。該第一の照明19を用いて撮影された第一の画像においては、接地電極54の平坦な先端面54aにより光がカメラ3側に一様に反射され、他のスパークプラグ部分よりも明るく浮き立って撮影される。つまり、接地電極54の先端面54aの輪郭線を明瞭に識別することができる。

## 【0014】

次に、第二の照明24は、図5に示すように、接地電極54の、中心電極53の背後にある側面部位54bを照射するものであり、本実施形態においては、接

地電極 5 4 と中心電極 5 3 との隙間に、斜め前方側から光を照射する光ファイバー照明が用いられている。該第二の照明 2 4 を用いて撮影された第二の画像は、中心電極 5 3 の先端部 5 3 a がシルエットとなり、その輪郭線が明るい背景とのコントラストにより明瞭化する。

## 【 0 0 1 5 】

図 1 に戻り、カメラ 4 は、ワーク 5 0 の軸線 O を決定するために、上記第一の画像及び第二の画像のいずれよりも視野が大きい第三の画像を撮影するためのものである。図 3 に示すように、第一のカメラ 3 は、火花放電ギャップ g の近傍が拡大されるように撮影視野 V A 2 が定められている。また、第二のカメラ 4 は、端面 5 1 a を含む主体金具 5 1 の画像が取得できるように撮影視野 V A 1 が定められている。

## 【 0 0 1 6 】

図 1 に示すように、第一のカメラ 3 と第二のカメラ 4 とは、レンズユニット 2 に取り付けられている。該レンズユニット 2 内には、ワーク 5 0 に対する共通の対物光学系 1 5 が設けられ、その対物光学系 1 5 に導かれた画像ビーム B が、ビームスプリッタ 1 6（ハーフプリズム（ハーフミラーでもよい）により構成されている）により 2 つの画像ビーム B 1, B 2 に分離される。第一の画像ビーム B 1 は、ミラー 1 6 a にて方向転換された後、第一の結像光学系 1 7 にて第一の倍率にて拡大され、第一のカメラ 3 により撮影される（第一の画像又は第二の画像）。他方、第二の画像ビーム B 2 は、第二の結像光学系 1 8 により第一の倍率よりも小さい第二の倍率にて像拡大された後、第二のカメラ 4 にて撮影される（第三の画像）。対物光学系 1 5 が第一のカメラ 3 と第二のカメラ 4 との間で共用化されるため、両カメラ 3, 4 は、倍率が異なるのみで、ワーク 5 0 への撮影アングルは同一となる。

## 【 0 0 1 7 】

また、カメラ 3, 4 による撮影方向においてワーク 5 0 の背後には、背景ユニット 2 0 が配置されている。図 4 に示すように、該背景ユニット 2 0 は、接地電極 5 4 の背景を形成する暗色部 2 0 b と、中心電極 5 3 及びその背後の接地電極部分の背景を形成するとともに、前記暗色部 2 0 b よりも外観明度の高い明色部

20aとを有する。暗色部20bは、つや消しの黒色板等として構成され、正面からの第一の照明19（図1）により接地電極54の撮影を行う際に、その背景部分の明度を小さくして、明るく撮影される接地電極54とのコントラストを強め、先端面54aの輪郭線をより明瞭化させる役割を果たす。また、明色部20aは、つや消しの白色板等により構成され、第二の照明24（図5）によりシルエット化される中心電極53の先端部53aの背景明度を大きくして、暗く撮影される中心電極53とのコントラストを強め、その輪郭線をより明瞭化させる役割を果たす。なお、本実施形態では、暗色部20bと明色部20aとの境界は、接地電極54の先端面54aの、火花放電ギャップgに面する外形線に対して位置合わせされている。

#### 【0018】

図2は、本発明のスパークプラグの製造装置の、全体構成の一例を示すブロック図である。該製造装置1は、前記した解析装置と装置全体の制御部として機能するコンピュータ10を有する。コンピュータ10は、CPU102、該CPU102のワークエリアを与え、かつ、制御処理及び解析処理にて使用する種々のデータのメモリ198～227として機能するRAM104、コンピュータの基本システムプログラムを格納したROM103、及び入出力インターフェース101などを有する。製造装置1の制御機能を実現する制御ソフトウェア230は、ハードディスクドライブ等で構成された記憶装置105にインストールされている。また、該記憶装置105には、画像上における接地電極あるいは中心電極の輪郭線抽出・確定処理などの画像処理を行う画像処理ソフトウェア231、その抽出された輪郭線のデータに基づき、接地電極と中心電極との偏心量を解析する偏心解析ソフトウェア232もインストールされている。また、後述する調整量 $\mu$ と変位量 $\lambda$ との実績値データ233が記憶されている。さらに、入出力インターフェース101には、キーボードやマウスなどで構成された入力部106（種々の設定入力に使用される）と、モニタ107とが接続されている。

#### 【0019】

また、コンピュータ10の入出力インターフェース101には、前記した第一のカメラ3及び第二のカメラ4（いずれもデジタルカメラにて構成されている）

、第一の照明 1 9 及び第二の照明 2 4（点灯制御ユニットの図示は省略している）が接続されている。また、ホルダに対するワークの着脱を行うワークロード／アンロード機構 1 4、固定金具駆動機構 1 3、チャック駆動機構 1 2、加工装置 5 及び加工検知部 1 1 も入出力インターフェース 1 0 1 に接続されている。

#### 【 0 0 2 0 】

図 6 に示すように、ホルダ 3 1 は、ワーク 5 0 を火花放電ギャップ  $g$  側が上となるように挿通するためのワーク装着孔 3 1 a を有し、その開口周縁部にて、主体金具 5 1 の六角部 5 7 を支持する。ワーク 5 0 の主体金具 5 1 には、取付ねじ部 5 6 の基端側にフランジ状の突出部 5 5 が設けられている。固定金具 3 0, 3 0 は、合わせ面 3 0 s, 3 0 s において型合わせされる 2 部材からなり、固定金具駆動機構 1 3 により軸線  $O$  に向けて水平に接近・離間し、かつ型合わせ状態にて、突出部 5 5 の上面に向け軸線  $O$  方向に接近・離間するように駆動される。なお、合わせ面 3 0 s, 3 0 s には、取付ねじ部 5 6 との干渉を避けるための半円状の切欠 3 0 a が形成されている。また、金具 3 0, 3 0 の下面には、切欠 3 0 a, 3 0 a に沿うガイド 3 0 b, 3 0 b が突出形成されている。固定金具 3 0, 3 0 は、接地電極 5 4 に曲げ加工を施す際の、ワーク固定用に用いられるものであり、切欠 3 0 a の下面周縁にて突出部 5 5 の上面に当接し、ホルダ 3 1 に向けてこれを軸線  $O$  方向に押し付けることにより、ワーク 5 0 をホルダ 3 1 の上面に密着させる。また、ガイド 3 0 b, 3 0 b の内周面にて突出部 5 5 の外周面と当接し、軸線  $O$  に関する半径方向へのワーク 5 0 の移動やがたつきを規制する。

#### 【 0 0 2 1 】

次に、図 7 に示すように、加工装置 5 は、接地電極 5 4 に調整用の曲げ加工を施すためのものであり、加工工具 3 2 を有する。加工工具 3 2 は、下面側に接地電極 5 4 を受け入れる加工溝 3 2 g が形成され、その加工溝 3 2 g の幅方向の両内側面が、それぞれ接地電極 5 4 の幅方向における第一方向及び第二方向への曲げ作用面 3 2 a 1, 3 2 a 2 とされている。加工工具 3 2 は、例えばこれと一体に設けられた雌ねじ部 3 3 に螺合するねじ軸 3 4 を、加工駆動モータ 8 により正逆いずれかの向きに駆動され、曲げ作用面 3 2 a 1, 3 2 a 2 にて接地電極 5 4 と当接することにより、これに曲げ加工力を加える。

## 【 0 0 2 2 】

加工駆動モータ 8 の回転角度位置は、パルスジェネレータ ( P G ) 6 により検出される。図 2 に示すように、加工駆動モータ 8 のサーボ駆動ユニット 9 がコンピュータ 1 0 の入出力インターフェース 1 0 1 に接続されており、 P G 6 からの角度位置は、サーボ駆動ユニット 9 とともに、入出力インターフェース 1 0 1 を介してコンピュータ 1 0 にも入力される。

## 【 0 0 2 3 】

また、図 2 において加工検知部 1 1 は、加工工具 3 2 と接地電極 5 4 との接触を検知するものである。例えば、図 7 に示すように、金属製のホルダ 3 1 と加工工具 3 2 との間に検知電源電圧  $V_{cc}$  を印加しておき、加工検知部 1 1 は、接地電極 5 4 及び主体金具 5 1 を介した加工工具 3 2 とホルダ 3 1 との間の短絡電流を検出するものとして構成することができる。

## 【 0 0 2 4 】

図 2 に戻り、コンピュータ 1 0 からサーボ駆動ユニット 9 には、接地電極 5 4 への曲げ調整方向に応じた正方向又は逆方向への駆動指令が出される。そして、加工駆動モータ 8 の回転が開始すると、 P G 6 からのパルスがコンピュータ 1 0 に入力される。接地電極 5 4 は最初は加工工具 3 2 と非当接状態にあり、加工検知部 1 1 は接触非検知の信号をコンピュータ 1 0 に入力している。そして、所定量加工駆動モータ 8 が回転すると、接地電極 5 4 と加工工具 3 2 とが接触状態となり、加工検知部 1 1 による接触検知信号がコンピュータ 1 0 に入力される。接地電極 5 4 へは、加工工具 3 2 と接触後に、後述の偏心量測定結果から算出された調整量  $\mu$  に相当する加工変位を付与する必要がある。そこでコンピュータ 1 0 は、上記接触検知信号を受信したタイミングにて、調整量  $\mu$  に対応する角度量だけ加工駆動モータ 8 を回転駆動する指令をサーボ駆動ユニット 9 に与える。そして、該角度量の回転が完了すれば、加工駆動モータ 8 を逆転駆動して工具 3 2 による加工付勢状態を解除し、曲げ加工を終了する。なお、コンピュータ 1 0 からサーボ駆動ユニット 9 へ加工終了を指令する制御形態としては種々の形態がありえる。例えば、加工終了角度位置（あるいはパルス数）をサーボ駆動ユニット 9 に指令しておき、サーボ駆動ユニット 9 が、 P G 6 からのパルスカウントと加工

終了の角度位置の認識とを自発的に行うように構成することができる。他方、P G 6 からのパルスカウントをコンピュータ 1 0 側にて行い、加工終了の角度位置が到来した時点で、コンピュータ 1 0 からサーボ駆動ユニット 9 に対し、加工駆動モータ 8 の停止及び逆転指令を出すように構成することもできる。

## 【 0 0 2 5 】

以下、上記装置を用いた本発明のスパークプラグの製造方法の実施形態について、詳細に説明する。まず、図 1 の第一のカメラ 3 と第二のカメラ 4 との光軸周りのカメラ角度位置を調整して、2 つのカメラの視野上での基準方向を合わせ込む操作を行う。ワークの代わりに、図 8 に示すような棒状の治具 2 7 (基準被写体) を、ホルダ 3 1 を固定する図示しないベースに垂直に取り付け、各カメラ 3 , 4 の焦点を該治具 2 7 に合わせる。そして、カメラ 3 , 4 のファインダ (撮影視野 V A 2 , V A 1 ) に形成された基準線 B が、治具 2 7 の垂直な外形線 (基準方向 A 0 (図 1 1) を表す) A と平行になるように、各カメラ 3 , 4 を光軸周りに回転させて調整を行う。

## 【 0 0 2 6 】

次に、図 6 に示すホルダ 3 1 をベースに装着し、周知のロボットアーム機構等で構成されたワークロード／アンロード機構 1 4 (図 2) を用いて、ワーク 5 0 をホルダ 3 1 に装着する。以下の処理の流れを図 1 0 に示している。また、図 1 1 及び図 1 2 は、主要工程を抜き出して示す工程説明図である。図 1 0 の S 1 及び S 2 において、ホルダ 3 1 に装着されたワーク 5 0 は、図 1 に示すように、接地電極 5 4 の先端面 5 4 a がカメラ 3 , 4 の方向、すなわち正面方向を向くように整列させられる。具体的には、図 1 2 の (S 1) 及び (S 2) に示すように、1 対のチャック 3 5 , 3 5 をワーク 5 0 の上方から接地電極 5 4 に向けて下降させ、該接地電極 5 4 を幅方向両側からチャック把持する。このチャック 3 5 , 3 5 の把持面が前記正面方向に一致するように定めてあり、ワーク 5 0 は、接地電極 5 4 のチャック把持に伴い回転して正面方向に整列する。

## 【 0 0 2 7 】

図 1 0 に戻り、ワーク 5 0 の整列が終了したら、S 3 において図 1 の第一の照明 1 9 を点灯させる。S 4 において、コンピュータ 1 0 (図 2) により、第二の

カメラ 4 により第三の画像の取り込みを行い、メモリ 2 0 0 に記憶する。そして、S 5（図 1 1 及び図 1 2 も参照）において、その第三の画像を用いてワーク 5 0 の軸線 O の基準方向 A 0 からの傾き角度  $\theta 1$  を測定し、メモリ 2 0 5 に記憶する。S 6 では、第一のカメラ 3 に切り替え、第一の照明 1 9 の点灯を継続したまま、第一の画像の取り込みを行い、メモリ 1 9 8 に記憶する。S 7（図 1 1 及び図 1 2 も参照）においては、その第一の画像に基づいて、接地電極 5 4 の先端面 5 4 a の、火花放電ギャップ g に面するエッジの幅方向中心位置、すなわち接地電極中心位置 E 1（ $X_m$ ,  $Y_m$ ）を求め、メモリ 2 1 3 に記憶する（本実施形態では、画像視野上にて、基準方向 A 0 に Y 軸を定め、これと直交する向きに X 軸を定める）。

#### 【 0 0 2 8 】

次に、S 8 に進み、照明を第二の照明 2 4（図 1）に切り替える。S 9 では、第一のカメラ 3 により第二の画像の取り込みを行い、メモリ 1 9 9 に記憶する。S 1 0（図 1 1 及び図 1 2 も参照）において、その第二の画像に基づいて、中心電極 5 3 の先端面エッジの中心位置、すなわち中心電極中心位置 E 2（ $X_m$ ,  $Y_m$ ）を求め、メモリ 2 2 1 に記憶する。そして、S 1 1 において、接地電極中心位置 E 1、中心電極中心位置 E 2 及び軸線の傾き角度  $\theta 1$  とを用いて両電極の偏心量  $\delta$  を算出し、メモリ 2 2 2 に記憶する。すなわち、接地電極中心位置 E 1 を通り、角度  $\theta 1$  だけ傾斜した接地電極中心線 L 2 を基準として、中心電極中心点 E 2 の X 座標が L 2 よりも右側にあるか左側にあるかを判定し、偏心量（位置ずれ量） $\delta$  の符号を決定する。この符号は、接地電極 5 4 の曲げ加工の向きを規定するものである。そして、接地電極中心線 L 2 と中心電極中心位置 E 2 との距離を偏心量  $\delta$  として算出する。

#### 【 0 0 2 9 】

接地電極中心位置 E 1 及び中心電極中心位置 E 2 は、異なる 2 つの画像、つまり、第一の画像及び第二の画像により決定されるものであるが、同じ第一のカメラ 3 により撮影されるものであり、視野は完全に共通している（第二の視野 V A 2）。従って、接地電極中心位置 E 1 及び中心電極中心位置 E 2 は、第二の視野 V A 2 上に定められた共通の X - Y 座標系上での絶対座標にて、相互の位置関係

を把握でき、偏心量  $\delta$  の算出も問題なく行うことができる。しかし、第一の画像及び第二の画像に、共通の被写体からなるマーカ画像を組み入れておき、そのマーカ画像上の基準位置に対する相対座標表示より、接地電極中心位置 E 1 及び中心電極中心位置 E 2 の相互の位置関係把握を行うことができる。

## 【 0 0 3 0 】

以下、調整曲げ加工工程について説明する。

この調整曲げ加工は、図 7 の加工装置 5 を用いて行われる。接地電極 5 4 に対し、上記偏心量  $\delta$  が解消される向きに調整量  $\mu$  の加工を行う。具体的には、複数のスパークプラグワークの接地電極に対し、種々の調整量  $\mu$  にて調整曲げ加工を行い、接地電極に生ずる変位量  $\lambda$  を実測することにより、調整量  $\mu$  を変位量  $\lambda$  の関数  $\mu = F(\lambda)$  (調整量関数) として求めておく。すなわち、スプリングバック量をはじめから組み込んだ形で、調整量  $\mu$  を変位量  $\lambda$  のみの調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  として実験的に決定しておくことで、該調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  に基づいて、測定された偏心量 (位置ずれ量)  $\delta$  に対応する調整量  $\mu$  を見出すことができる。つまり、調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  の  $\lambda$  に、偏心量 (位置ずれ量)  $\delta$  を代入するだけで、調整量  $\mu$  を簡単に決定できる。

## 【 0 0 3 1 】

スパークプラグの実生産時においては、種々の偏心量 (位置ずれ量)  $\delta$  を生じているワークに対し、対応する調整量  $\mu$  により調整曲げ加工がその都度行われる。そして、その調整曲げ加工後に、再び偏心量 (位置ずれ量) を測定してその値を  $\delta'$  とすれば、実際に接地電極に加えられた変位量  $\lambda$  は、調整曲げ加工前に測定した偏心量 (位置ずれ量)  $\delta$  を用いて、

$$\lambda = \delta - \delta' \quad \dots\dots \textcircled{5}$$

により求めることができる (ここでは、偏心量を表すパラメータは、正負の符号を含むものとし、その符号によって偏心の向きも同時に表すものとする)。

## 【 0 0 3 2 】

従って、上記のような  $\lambda$  の測定により、調整量  $\mu$  及び変位量  $\lambda$  のデータ ( $\mu$ ,  $\lambda$ ) の組は、スパークプラグの生産時に新たに収集されるデータ ( $\mu$ ,  $\lambda$ ) により更新することができるようになる。その更新された ( $\mu$ ,  $\lambda$ ) のデータ組に基



づいて調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  を更新しつつ用いれば、関数  $\mu = F(\lambda)$  による  $\mu$  の決定精度をより高めることができる。

#### 【0033】

この場合、現在の製造に係るスパークプラグワークへの調整量  $\mu$  を定める調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  を、当該スパークプラグワークに先立つ全てのデータ組に基づいて求めることができる。ただし、ロットの相違や操業条件の不可抗力的な推移により、 $\mu = F(\lambda)$  の傾向が経時的に変化しうると考えられる場合は、直近の所定数個 ( $N$  とする) のスパークプラグワークの  $(\mu, \lambda)$  を用いて調整量  $\mu$  を決定するほうが望ましい。

#### 【0034】

調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  は、調整量  $\mu$  及び変位量  $\lambda$  のデータ  $(\mu, \lambda)$  の組に最小二乗回帰を行うことにより、 $\lambda$  の一次関数として求めることができる。この方法は、製造上採用可能性のある調整量  $\mu$  の範囲内において、 $\lambda$  が  $\mu$  にほぼ比例して増加する傾向にあると考えられる場合に、非常に有効な手法である。ただし、曲げ前の接地電極 54 の加工状態や材料組成により、該傾向は一定の範囲内でばらつくことが見込まれる。従って、最小二乗回帰による近似は、 $(\mu, \lambda)$  のデータ点数をある程度増やして（例えば 5 個以上）行うことが望ましい。

#### 【0035】

スパークプラグの生産実績が進み、集められた  $(\mu, \lambda)$  のデータ点数が増加すれば、上記のような最小二乗近似の精度は必然的に高められる。しかし、生産開始直後は、十分な数の  $(\mu, \lambda)$  のデータを集めることはできない。従って、スパークプラグの生産に先立って、試験等により、所定数のスパークプラグワークについて予めデータ  $(\mu, \lambda)$  の組を収集しておくことが必要である。しかし、試験等により収集できる  $(\mu, \lambda)$  のデータ数は限られている。

#### 【0036】

そこで、次のような方法が採用可能である。最小二乗近似を行う上で十分なデータ数  $n$  に達するまでは、試験等により  $n$  個のワークのデータ  $(\mu, \lambda)$  の組を予め求めておき、そのデータ組を用いて初期近似用関数  $\mu = F'(\lambda)$  を求める。例えば、図 14 に示すように、初期近似用関数  $\mu = F'(\lambda)$  は、 $n$  個のワー

クのデータ  $(\mu, \lambda)$  の組を用いて一義的に決定される、 $\lambda$  の  $n$  次関数として求めることができる。そして、スパークプラグの生産開始後、 $n$  番目までのスパークプラグワークについては、該  $n$  次関数を用いて調整量  $\mu$  を求める。このようにすると、データ数の少ない生産初期段階においても、調整量  $\mu$  の決定精度を比較的高く維持することができる。

## 【 0 0 3 7 】

他方、 $n + 1$  番目以降のスパークプラグワークについては、該スパークプラグワークに先立つ全ての、もしくは直近の所定数個のスパークプラグワークの  $(\mu, \lambda)$  のデータ組に対し、最小二乗回帰を行うことにより得られる、 $\lambda$  の一次関数として調整量関数  $\mu = F(\lambda)$  を求め、当該調整量関数を用いて調整量  $\mu$  を求めるようにする。データ点数が十分に増加すれば、最小二乗回帰による  $\mu$  の決定精度を向上させることができ、しかも多項式近似よりも演算がはるかに簡単である。

## 【 0 0 3 8 】

例えば試験により  $n$  個の  $(\mu, \lambda)$  のデータ組を求める場合、 $\mu$  を少しずつ変えて  $\lambda$  の測定を行い、その結果に対して前述の多項式近似を行うことができる。 $\mu$  を  $\lambda$  の多項式で表そうとする場合、 $\mu$  が同じで  $\lambda$  が異なる  $(\mu, \lambda)$  の組が複数含まれていると、多項式近似は数学的に不能となる。従って、 $n$  個の  $(\mu, \lambda)$  の組は、 $\mu$  の値が全て異なるものでなければならない。しかし、ワークが異なれば、同じ  $\mu$  に対しても  $\lambda$  がばらつくことがあり、得るべき初期近似用関数  $\mu = F'(\lambda)$  としては、その  $\lambda$  のばらつきの平均的な傾向を反映したものであることが望ましい。そこで、試験用のスパークプラグワークを必要数用意し、予め定められた複数の調整量  $\mu$  を、それぞれ複数のスパークプラグワークに与えたときの各変位量  $\lambda$  を求め、例えば調整量  $\mu$  毎の  $\lambda$  の平均値を用いて多項式近似を行う方法が有効である。

## 【 0 0 3 9 】

また、複数の調整量  $\mu$  のそれぞれにおいて、複数ワークの変位量  $\lambda$  を測定する場合は、 $\mu$  毎に  $\lambda$  の値を平均化せず、図 1 5 に示すように、それら  $(\mu, \lambda)$  の組に対して最小二乗回帰を行い、初期近似用関数  $\mu = F'(\lambda)$  を一次関数とし

て求めることもできる。 $\mu$ の値毎に複数個の変位量 $\lambda$ を測定するから、ばらつきの影響が軽減され、データ点数が少ない生産開始直後の段階においても、最小二乗回帰による簡便な方法により、 $\mu$ を比較的高精度に決定することができる。この場合、最小二乗回帰により、変位量 $\lambda$ の調整量 $\mu$ への回帰直線 $\lambda = f(\mu)$ を求め、初期近似用関数 $\mu = F'(\lambda)$ を $\lambda = f(\mu)$ の逆関数として求めることが、関数決定のための試験では、与える調整量を真値と仮定し、変位率を確率変数と考えて近似しているため高精度になるので望ましい。

## 【 0 0 4 0 】

いずれにしても、初期近似用関数 $\mu = F'(\lambda)$ を用いる方法は、データ点数が少ない生産開始直後において、調整量 $\mu$ の決定をなるべく正確に行うための便法である。従って、データ数が十分に集まった後は、それらデータを用いて最小二乗回帰により調整量関数 $\mu = F(\lambda)$ を決定する処理に移行することが望ましい。ただし、 $\mu$ に対する $\lambda$ のばらつきが十分小さい場合は、初期近似用関数 $\mu = F'(\lambda)$ を恒常的に使用することも可能である。

## 【 0 0 4 1 】

図 1 3 は、上記調整量 $\mu$ の決定に係る、コンピュータ 1 0 による制御の流れの一例を示すものである（制御ソフトウェア 2 3 0 の実行によりなされる）。まず、P 1 においては、生産に先立って、 $n$ 個の試験用のワークを用いて、初期近似用関数 $\mu = F'(\lambda)$ を求める（メモリ 2 2 5 に記憶される）。P 2 では、ワーク番号 $k$ を 1 とし、P 3 において、既に説明した方法により偏心量 $\delta$ の計測を行う。P 4 ではワーク番号 $k$ が $n$ 個を超えたかどうかを判定し、超えていない場合は P 5 に進んで、初期近似用関数 $\mu = F'(\lambda)$ を用いて調整量 $\mu$ を算出する（メモリ 2 2 3 に記憶される）。

## 【 0 0 4 2 】

そして、P 9 に進み、算出された調整量 $\mu$ により接地電極 5 4 に対して調整加工を行う。P 1 0 では、加工後のワークに対して偏心量の再計測を行い、その値を $\delta'$ とする。また、P 1 1 では、変位量 $\lambda$ を $\delta - \delta'$ により求め、 $(\mu, \lambda)$ の値をメモリ 2 2 6 に記憶する（P 1 2）。P 1 3 で、終了の割り込みが入っていなければ P 1 4 に進み、ワーク番号 $k$ をインクリメントして次のワークに交換

し、P 3 以降の処理を繰り返す。

【0 0 4 3】

そして、P 4 でワーク番号  $k$  が  $n$  個を超えた場合は、P 6 に進み、現在の  $k$  に至る直近の  $t$  個の  $(\mu, \lambda)$  の値を読み出す。そして、P 7 において、その  $t$  個の  $(\mu, \lambda)$  の値に対して最小二乗回帰直線  $\mu = a \lambda + b$  を求め、これを調整量関数として設定して、メモリ 2 2 7 に記憶する。P 8 では、該  $\mu = a \lambda + b$  の  $\lambda$  に偏心量  $\delta$  を代入し、調整量  $\mu$  を算出する（メモリ 2 2 3 に記憶する）。

【0 0 4 4】

なお、調整加工の後に行う偏心量の再測定工程は、一種の検査工程として用いることもできる。すなわち、その偏心量の再測定結果を検査結果として、スパークプラグワークの選別を行うことが可能である。そして、再測定された偏心量が規定範囲外となっているものは、不良品として製品ロットから除外する。除外された不良品は、例えば調整曲げ加工を追加して、偏心量  $\delta$  が規定範囲内に収まるようにし、良品化することも可能である。

【0 0 4 5】

上記の実施形態では、調整対象となる接地電極の位置ずれ量を、中心電極に対する偏心量としていたが、図 1 6 に示すように、火花放電ギャップ  $g$  を挟む接地電極 5 4 と中心電極 5 3 とのエッジ間距離、つまり火花放電ギャップ間隔  $g$  を調整対象とし、画像撮影により測定された火花放電ギャップ間隔  $g$  の、規定値  $g'$  からの隔たり（ただし、 $g \geq g'$  とする）を位置ずれ量  $\delta$  として、本発明を全く同様に適用することができる。この場合、上記実施形態において、偏心量を、火花放電ギャップ間隔  $g$  の規定値  $g'$  からの隔たり（ $\equiv g - g'$ ）に置き換えればよい。また、接地電極 5 4 に施す調整曲げ加工は、押圧パンチ 2 5 0 による、火花放電ギャップ間隔  $g$  が縮小する向きの押圧曲げ加工とすればよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のスパークプラグの製造方法を実施するための、装置撮影系の構成例を示す模式図。

【図 2】

本発明のスパークプラグの製造方法を実施するための装置の、電氣的構成の一例を示すブロック図。

【図 3】

第一のカメラと第二のカメラとの視野の関係を模式的に示す図。

【図 4】

背景ユニットの説明図。

【図 5】

第二の照明の説明図。

【図 6】

ワークを保持するホルダ及び固定金具の説明図。

【図 7】

加工装置の模式図。

【図 8】

基準被写体となる治具の例を示す正面図。

【図 9】

図 8 の治具の使用方法の説明図。

【図 1 0】

図 2 の装置を用いたスパークプラグの製造方法の概略的な工程の流れを示すフローチャート。

【図 1 1】

図 1 0 の製造方法の要旨を示す説明図。

【図 1 2】

図 1 0 の製造方法の主要な工程を抜き出して説明する図。

【図 1 3】

調整曲げ加工工程の処理の流れの一例を示すフローチャート。

【図 1 4】

初期近似用関数  $\mu = F'(\lambda)$  の決定方法の一例を概念的に示す図。

【図 1 5】

初期近似用関数  $\mu = F'(\lambda)$  の決定方法の別例を概念的に示す図。

【図 1 6】

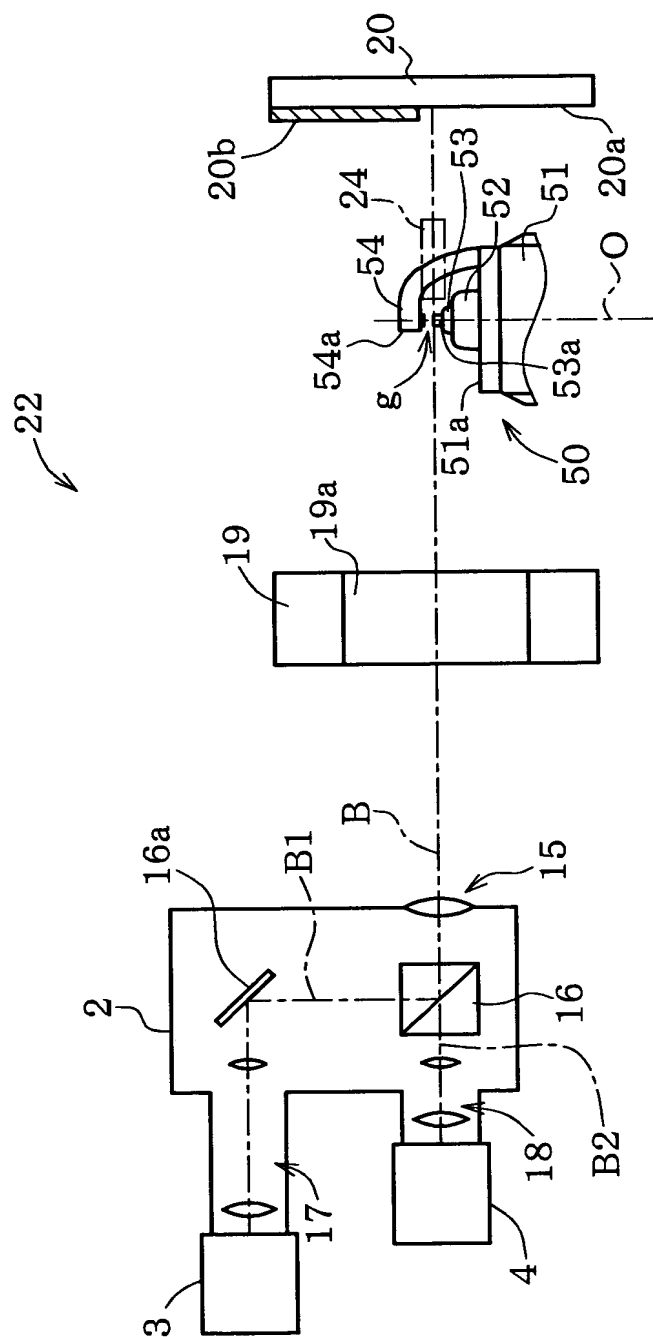
火花放電ギャップの調整に本発明を適用する例を示す概念図。

【符号の説明】

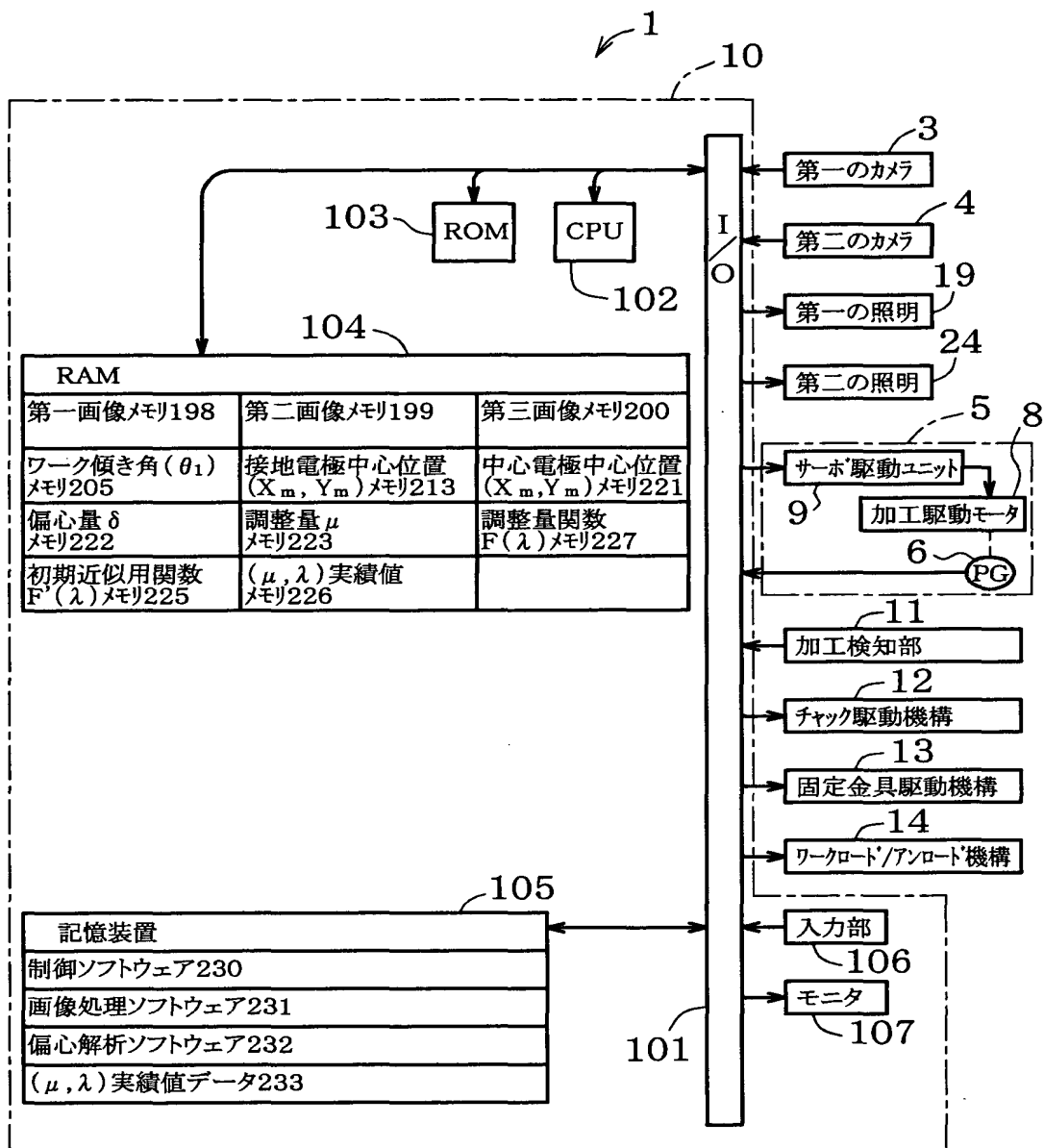
- E 1 接地電極中心位置
- E 2 中心電極中心位置
- 5 0 スパークプラグワーク
- 5 3 中心電極
- g 火花放電ギャップ
- 5 4 接地電極

【書類名】 図面

【図 1】

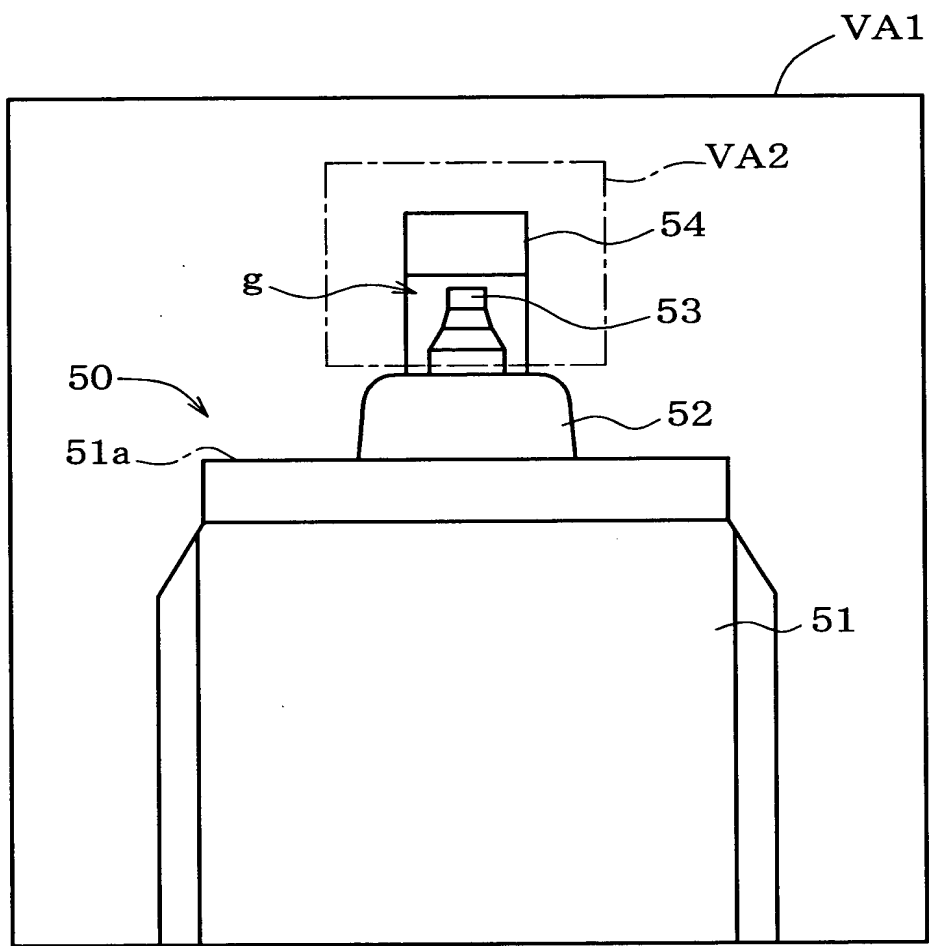


【図2】

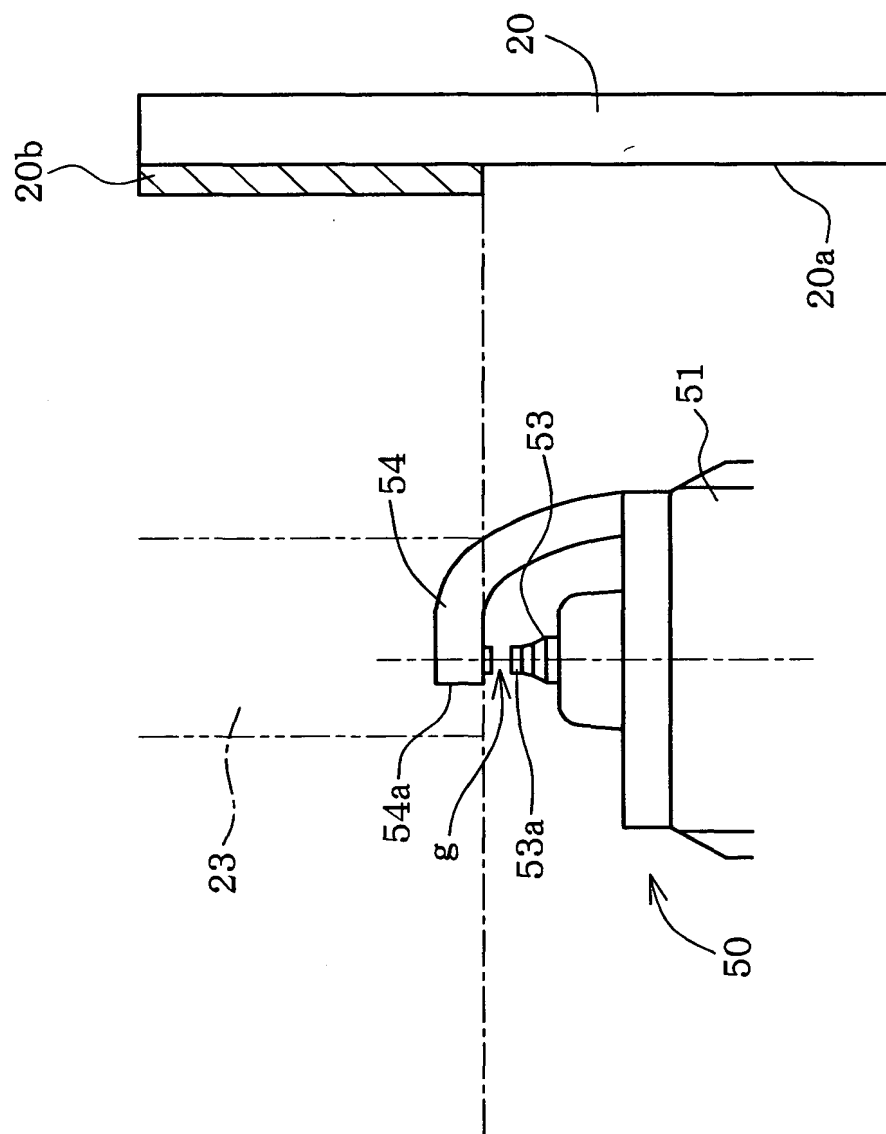




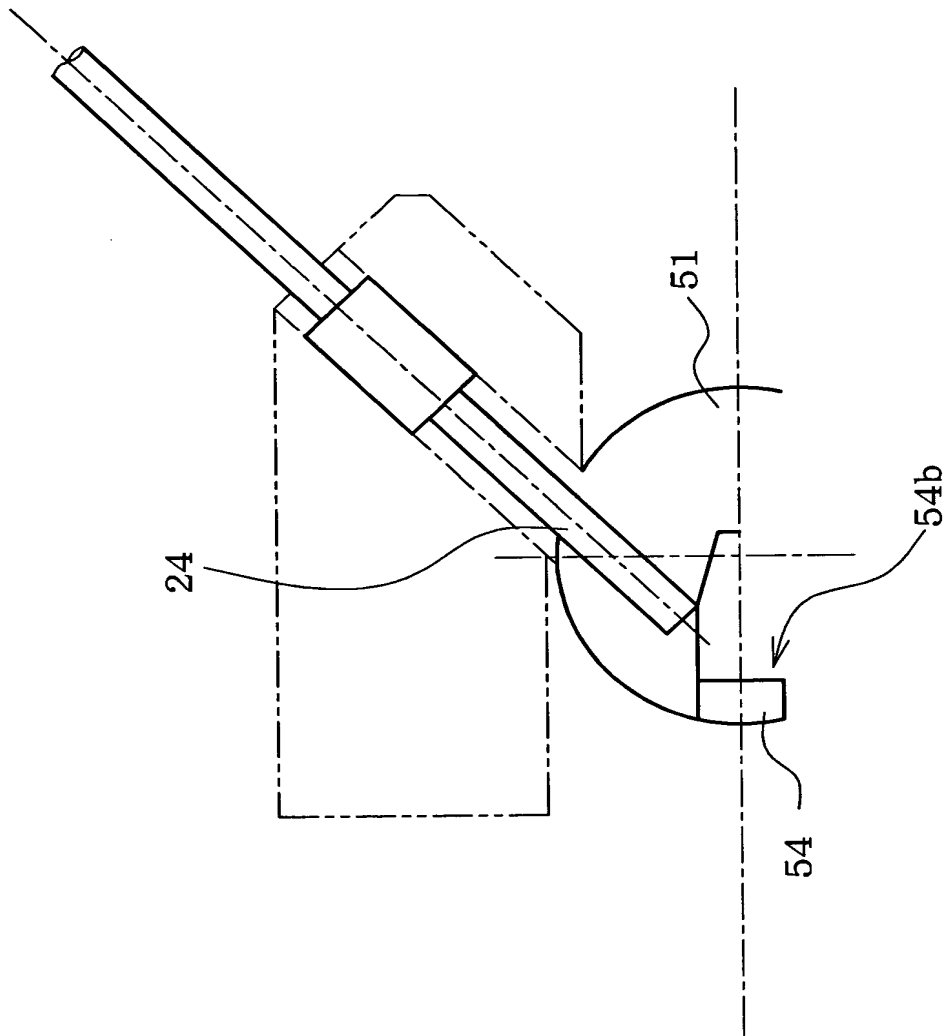
【図 3】



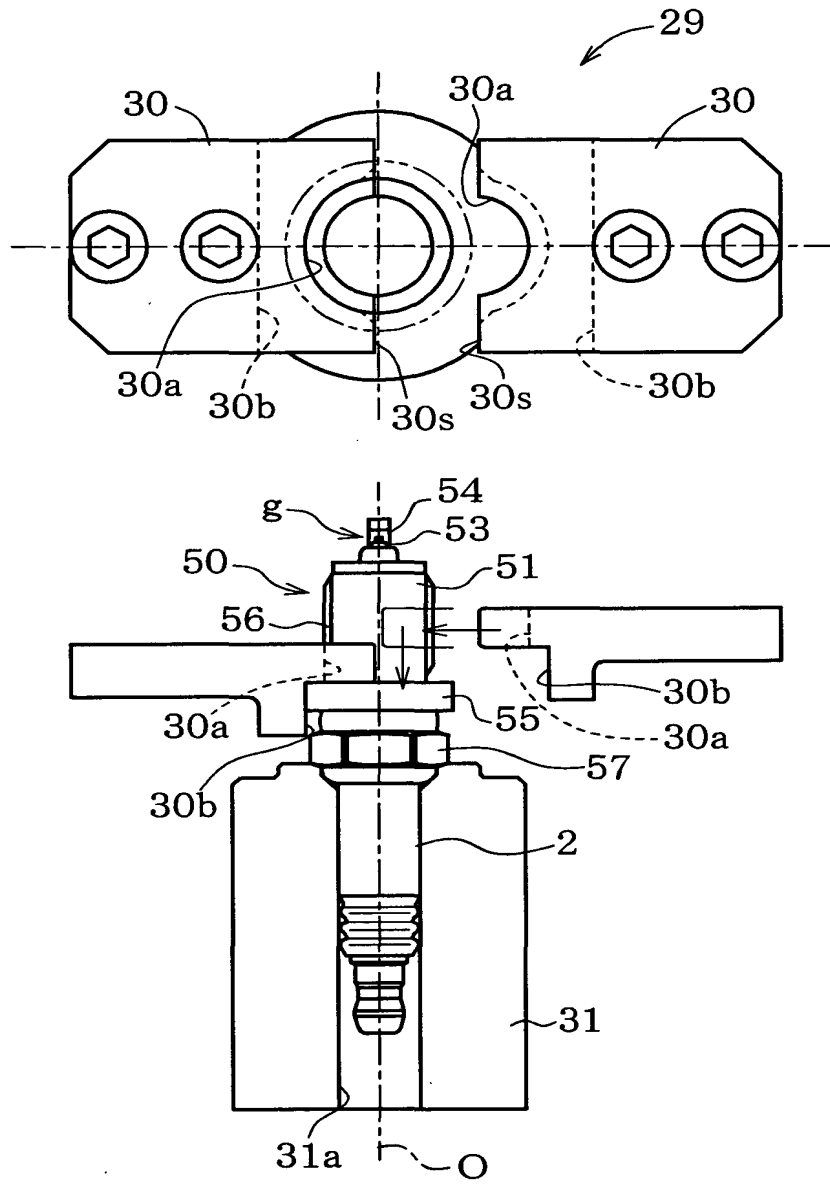
【図 4】



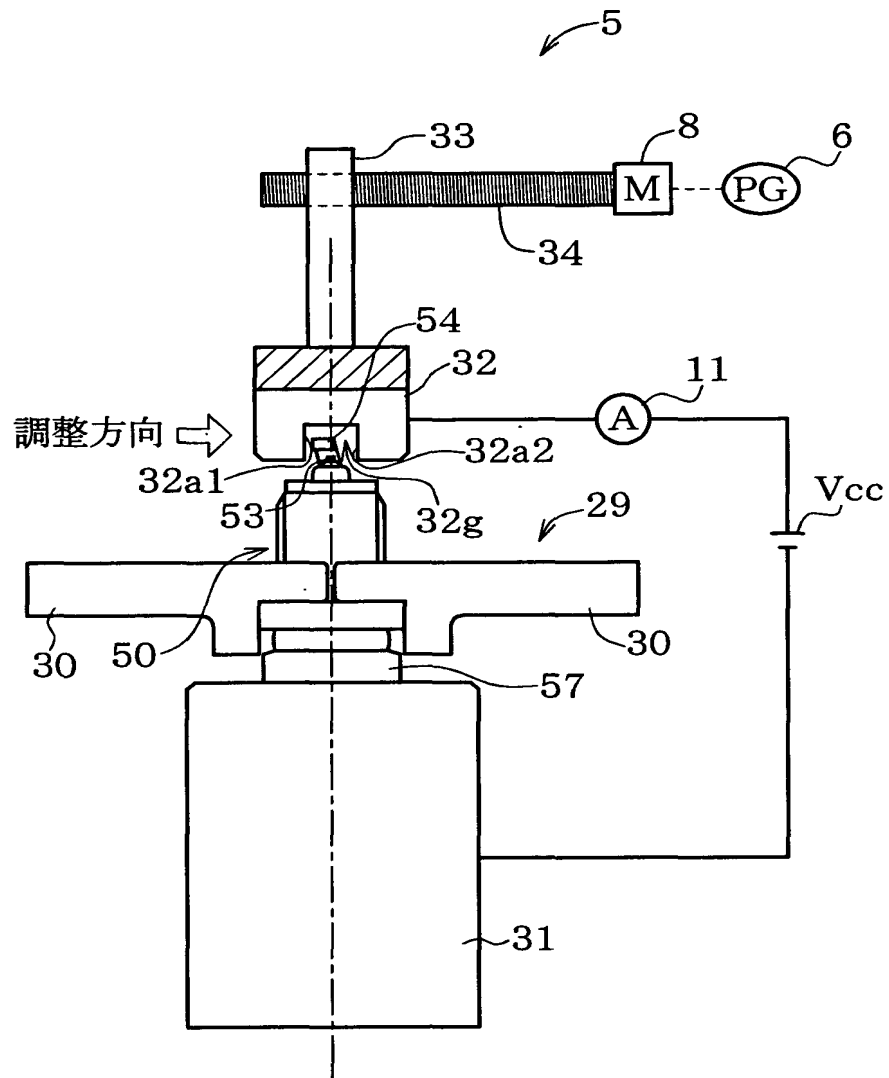
【図 5】



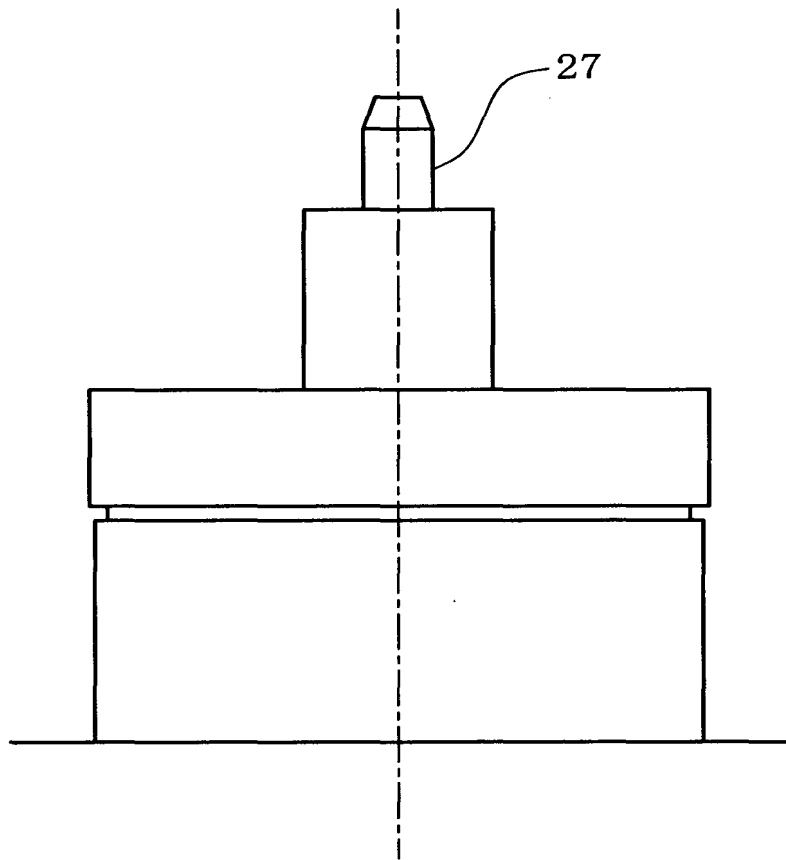
【図6】



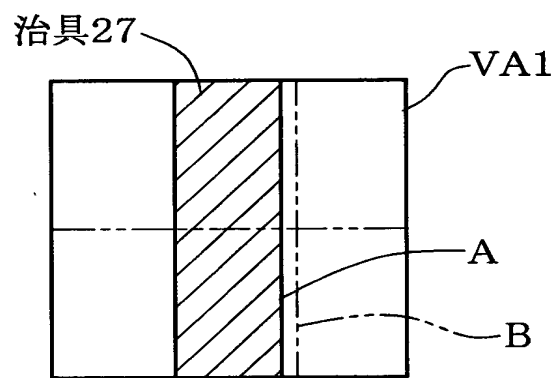
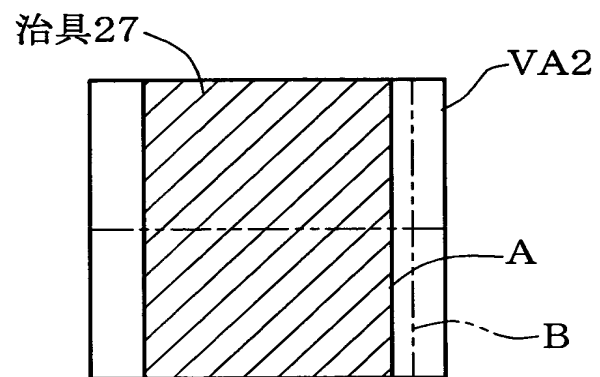
【図7】



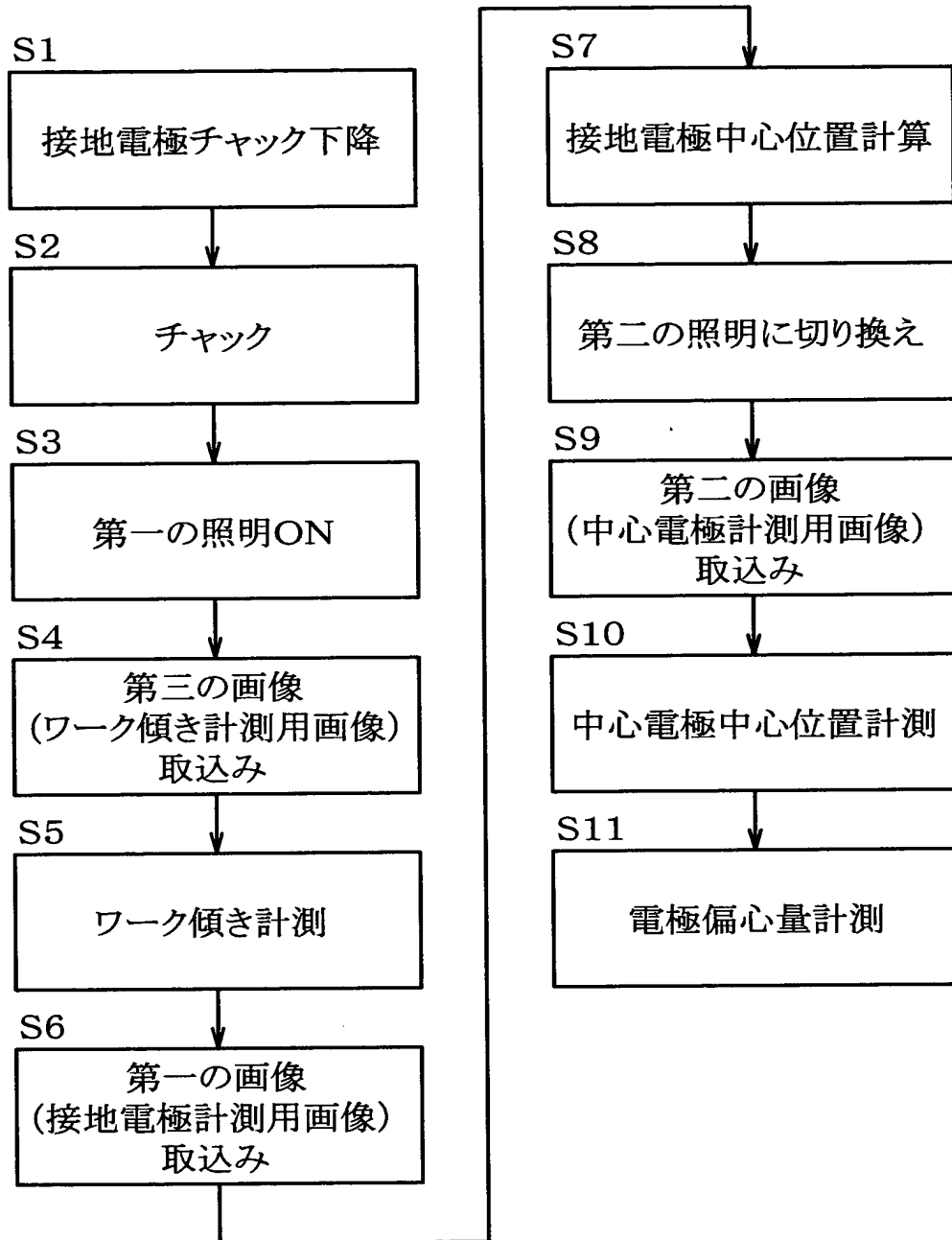
【図 8】



【図 9】

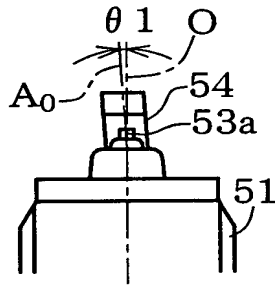


【図 1 0】

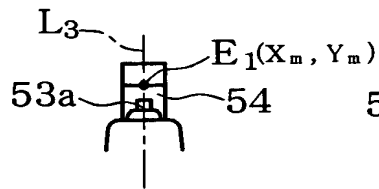




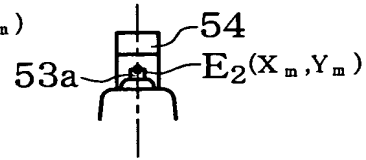
【図 1 1】



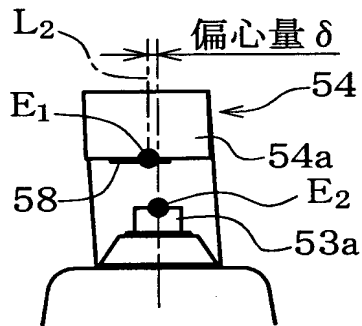
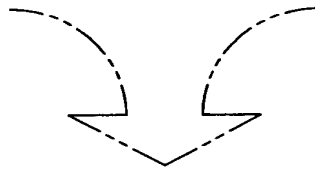
ワークの傾き  
(S5)



接地電極の中心  
(S7)

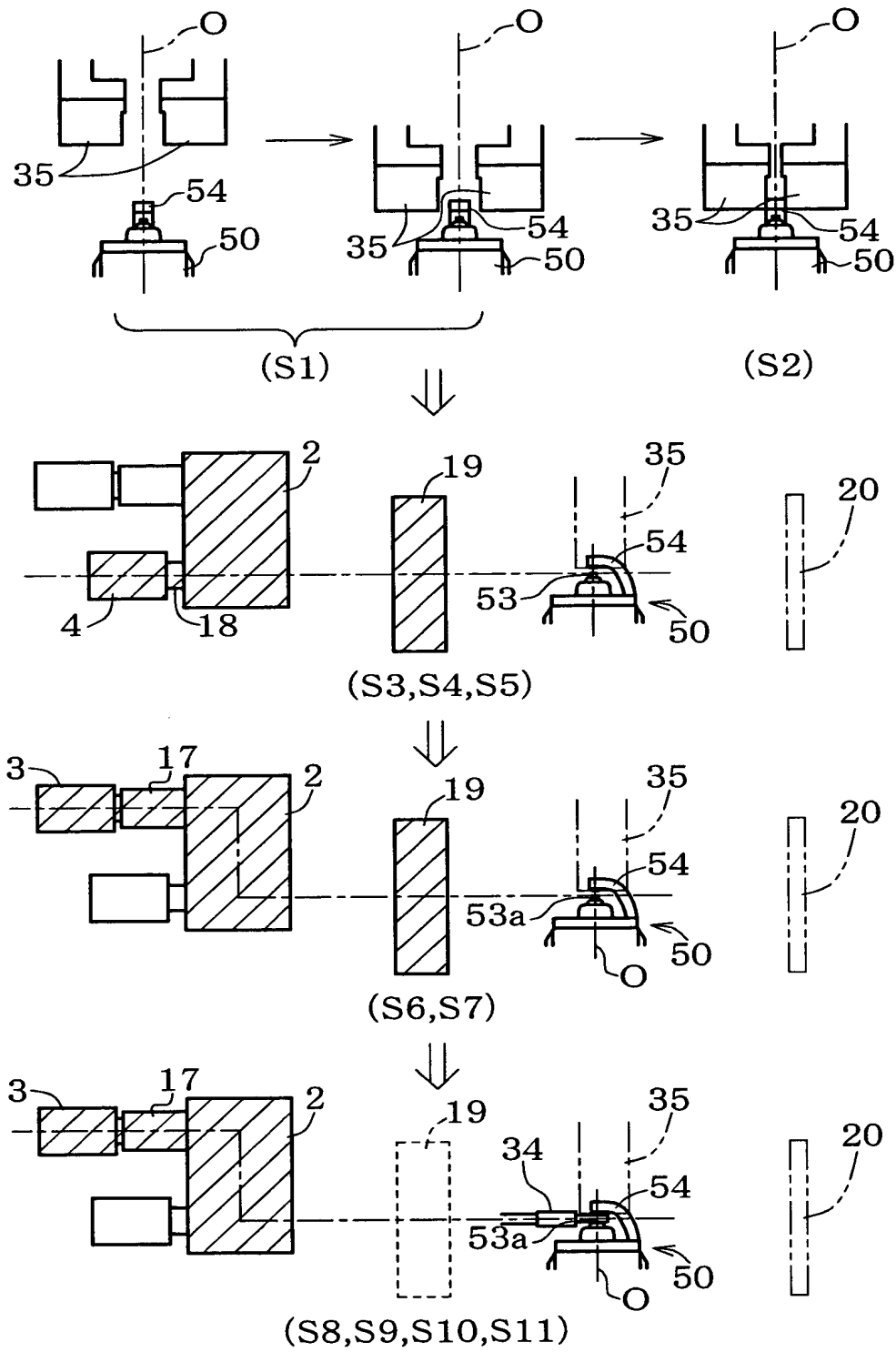


中心電極の中心  
(S10)

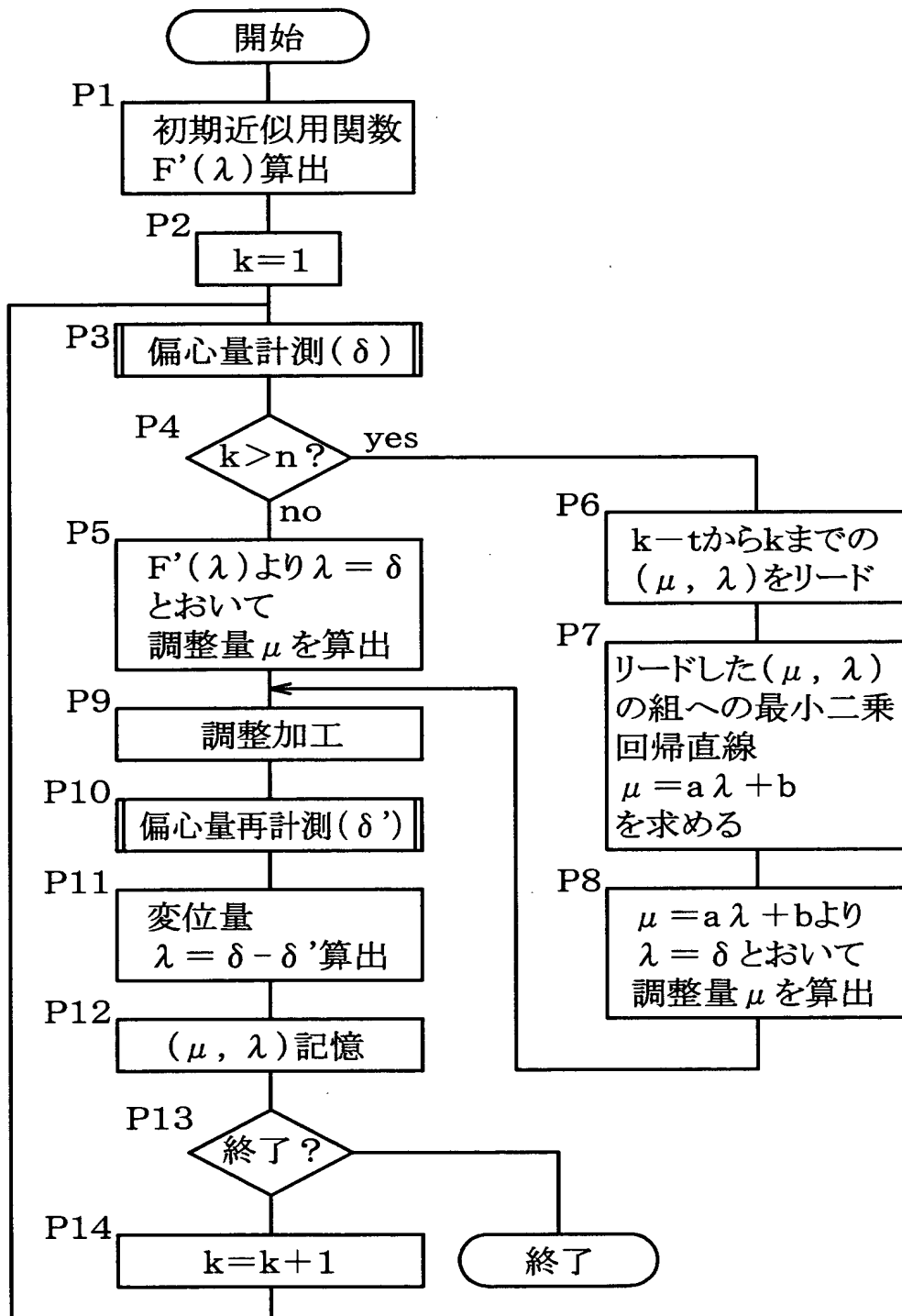


(S11)

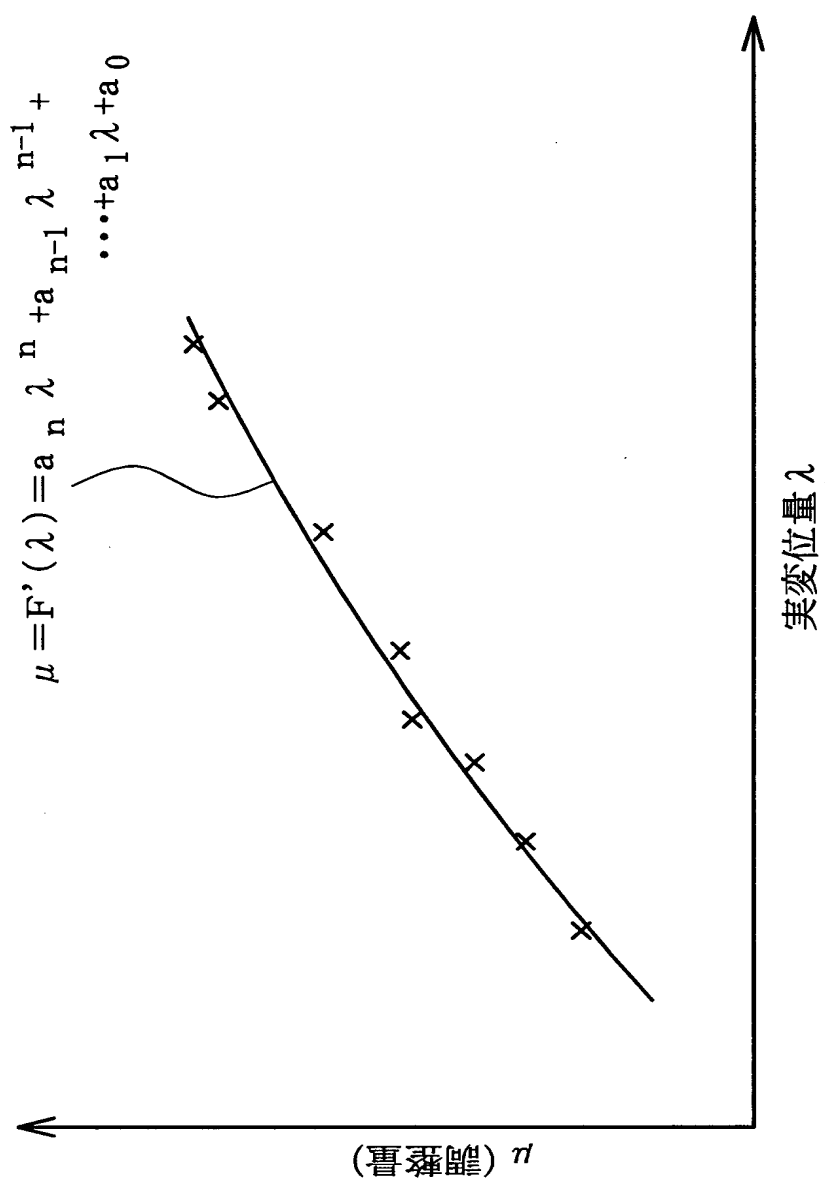
【図 12】



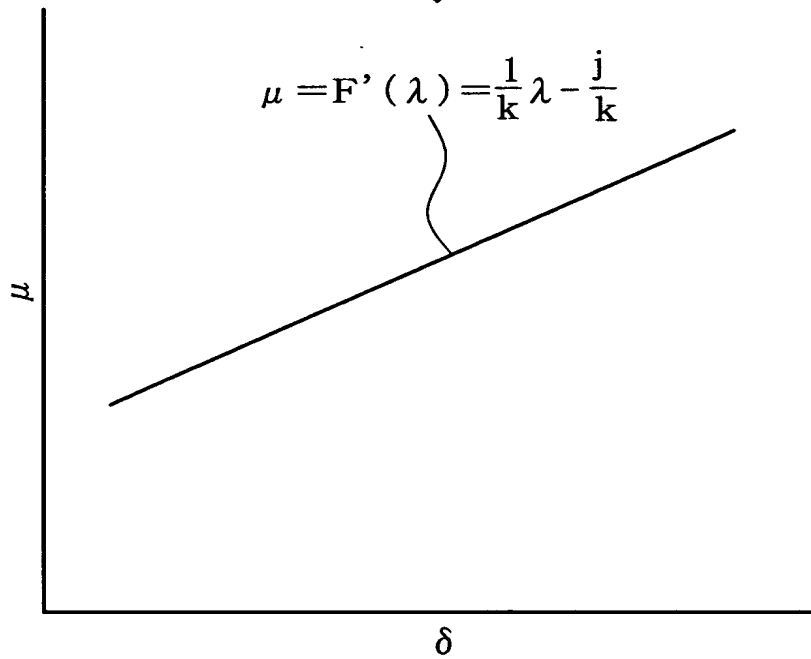
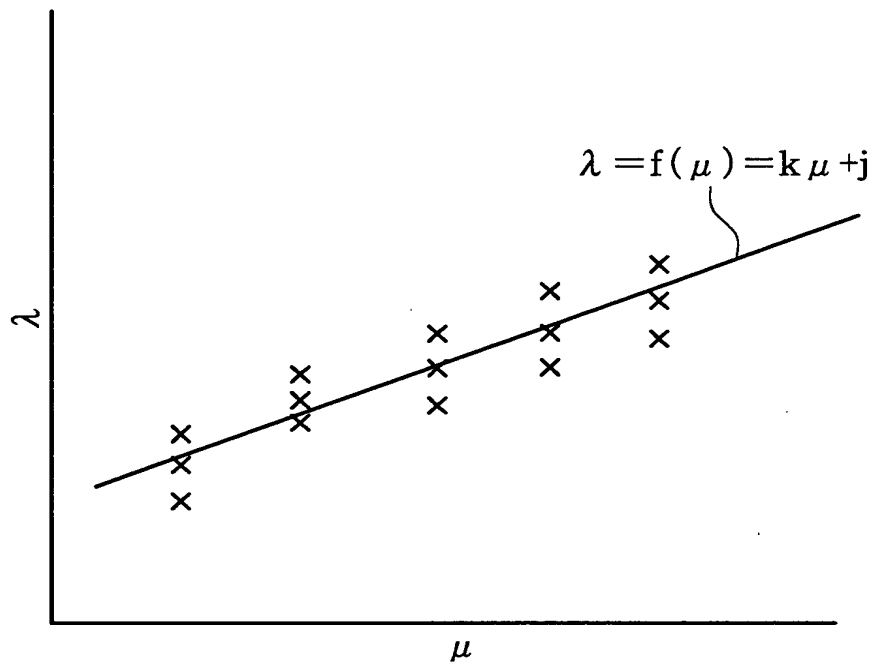
【図13】



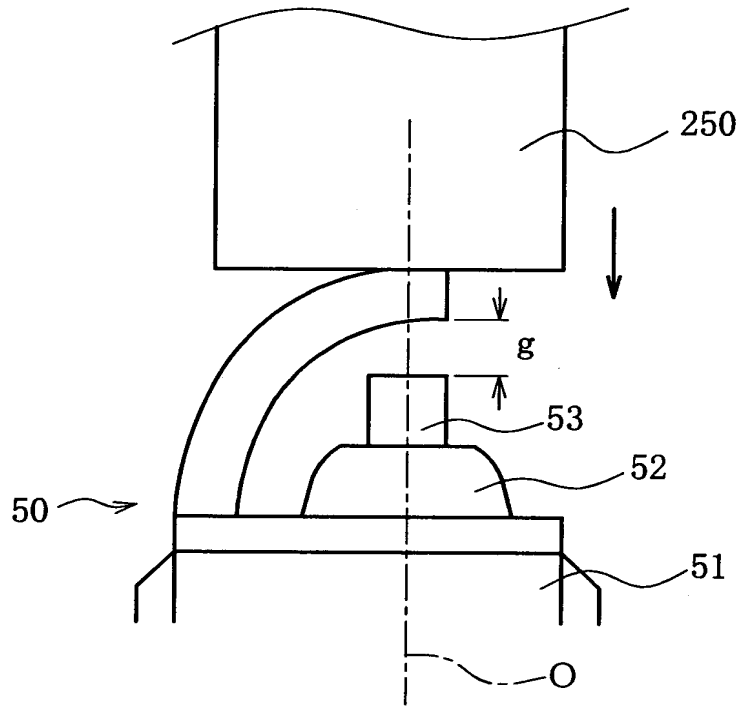
【図 1 4】



【図 15】



【図 1 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 解消すべき接地電極の位置ずれ量がワークによって異なり、その調整のための曲げ加工時に見込まれるスプリングバック量に差が生じる場合においても、該位置ずれの解消を的確に行うことができるスパークプラグの製造方法を提供する。

【解決手段】 複数のスパークプラグワークの接地電極に対し、所定の方に種々の調整量  $u$  にて調整曲げ加工を行い、接地電極に生ずる加工方向への変位量  $\lambda$  を実測することにより、調整量  $u$  を変位量  $\lambda$  の関数  $u = F'(\lambda)$  (調整量関数) として求め、該調整量関数  $u = F'(\lambda)$  に基づいて、調整すべきスパークプラグワークの接地電極の、目標位置からの位置ずれ量  $\delta$  を解消するために必要な調整量  $u$  を見出す。

【選択図】 図 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 5 4 7]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 8 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号  
氏 名 日本特殊陶業株式会社